

ŠTRUKTÚRA ZRNITOSTI A PODIEL IZOMETRICKÝCH TRIESOK V MOKREJ PILINE Z PROCESOV PÍLENIA DREVA NA HLAVNÝCH PILIARSKÝCH STROJOCH

THE STRUCTURE OF GRANULARITY AND THE SHARE OF ISOMETRIC CHIPS IN THE WET SAWDUST FROM THE PROCESS OF WOOD SAWING ON MAIN SAWING MACHINES

Ladislav Dzurenda

ABSTRACT

In the paper, there are the results of granulometric analyses of granularity and microscopic analyses of the shape of grains in individual fractions of wet sawdust from the process of sawing of wood on frame, band and circular saws.

The interval of granularity of wet sawdust and the dependence of the share of isometric chips in the wet sawdust created in the process of sawing of wood on frame, band and circular saws is determined.

Key words: wet sawdust, granulometric analyses, dimensions and form of chip sawdust, isometric chips

ÚVOD

V procese pílenia dreva vedľa hlavného produktu vzniká trieska - pilina, ktorej tvar, rozmery a množstvo je závislé tak od fyzikálno-mechanických vlastností píleného dreva, ako i od tvaru, rozmerov, ostroty rezného nástroja a technicko-technologických podmienok realizácie procesu pílenia [1÷10].

V odbornej literatúre je pilina charakterizovaná ako polydisperzná sypká hmota pozostávajúca z hrubých a stredne hrubých frakcií t. j. sypký materiál s rozmermi zrn nad 0,3 mm, pričom nie je vylúčený ani podiel jemnejších frakcií s menšími rozmermi triesok [10]. Podľa triediacich ukazovateľov sypkých hmôt uvádzaných v STN 26 0070 je pilina klasifikovaná ako B-45UX t.j. sypká hmota jemnej zrnitosti (0,5÷3,5 mm), hygroskopická, málo sypná a abrazívna hmota s tendenciou zhlukovania.

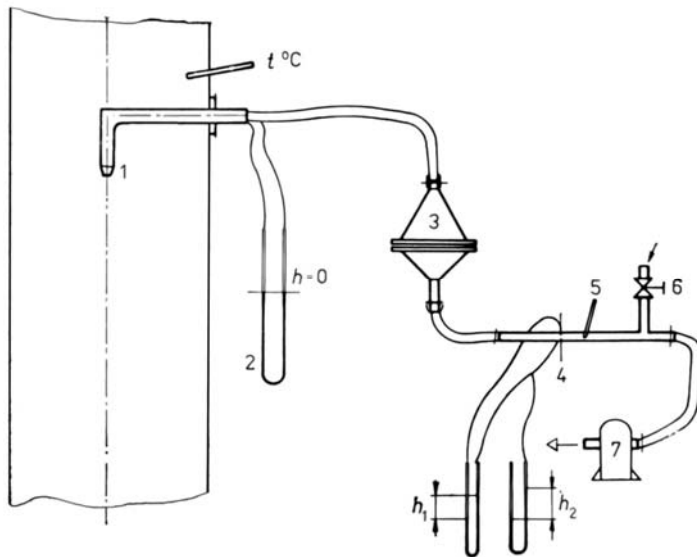
Zvýšený záujem o pilinu, ako druhotnú surovinu pre výrobu aglomerovaných materiálov, chemické spracovanie dreva, či výrobu rozmerovo a energeticky homogenizovaného paliva (brikiet a peliet), si v ostatnom čase vyžiadala spresnenie informácie o zrnitosti, geometrických tvaroch a rozmeroch triesok piliny. Cieľom danej práce je prezentácia časti výsledkov grantového projektu: VEGA-SR č.1/2402/05: „Výskum fyzikálnych vlastností prachovej frakcie triesok vzniknutých v procese trieskového obrábania a delenia dreva“ a projektu VEGA-SR č. 1/4387/07: „Výskum fyzikálnych a mechanických javov v špecifických podmienkach prvotného a druhotného spracovania dreva a drevných materiálov“ pojednávajúcich o zrnitosti a podiele izometrických triesok v mokrej piline vytvorenej v procesoch pílenia mokrého dreva na rámových, kmeňových pásových a kmeňových kotúčových pilách.

EXPERIMENTÁLNA ČASŤ

Mokrú pilinu pre granulometrický rozbor bola vytvorená v procese pílenia dreva drevín: smrek obyčajný, borovica lesná, buk lesný a dub zimný s vlhkosťou $w = 62\text{--}85\%$ na rámových pilách typu: RZ-71, R 63-4B, GKT 600 s pílovými listami o hrúbke $s = 2,2\text{ mm}$ a úpravou zubov rozvodom, kmeňových pásových pilách typu: Mini Profi 900, PRIMULTINI 900 s pílovým pásom o hrúbke $s = 1,8\text{ mm}$ a úpravou ozubenia pechovaním, kmeňovej kotúčovej pile UPH 35/80 s priemerom pílových kotúčov $D = 850\text{ mm}$, hrúbky $s = 2,8\text{ mm}$, rozmietačej kotúčovej pile JRP V 180 s priemerom pílových kotúčov $D = 560\text{ mm}$, hrúbky $s = 2,8\text{ mm}$ a rozmietačej kotúčovej pile PWR 401 s priemerom pílových kotúčov $D = 350\text{ mm}$, hrúbky $s = 2,4\text{ mm}$. Zuby kotúčových píl boli upravené pechovaním.

Izokinetický odber vzoriek pilín

Vzorky pre granulometrickú analýzu boli odoberané z potrubia odsávania piliny prostredníctvom izokinetickej sondy Gravimetrickej aparatóry typu MU 5-OT fy: ORGREZ a. s. Brno. Gravimetrická aparátúra MU 5-OT (obr. 1) pozostáva z izokinetickej odberovej sondy (1), diferenciálneho manometra pre nastavovanie a kontrolu izokinetiky (2), filtra (3) s filtračnou vložkou FILPAP Z 4, diferenciálnych manometrov pre snímanie tlakov na clone (4), teplomera (5), regulačného ventilu (6) na prisávanie vzduchu do meracej súpravy MU 5-OT pred zdrojom sania, zdroja sania (7) – šesťstuňového odsávacieho agregátu s prietokom $V_{\max} = 30\text{ m}^3\cdot\text{h}^{-1}$.



Obr. 1 Gravimetrická aparátúra MU 5 – OT pre izokinetický odber vzoriek piliny z odsávacieho potrubia piliny.

Fig. 1 Gravimetric equipment MU 5 – OT for isokinetic withdrawal of sawdust samples from the sawdust exhaustion piping system from the machine.

Odber vzoriek sa v súlade s STN ISO 9096: „Manuálne stanovenie hmotnostnej koncentrácie tuhých znečisťujúcich látok“ vykonával v rovnom úseku potrubia s dĺžkou potrubia rovnajúcou sa 5 násobku priemeru potrubia pred a za miestom odberu vzoriek. Keďže,

priemery odsávacích potrubí od rámových a pásových píl sú v rozpätí $d = 160\div 250$ mm a od kotúčových píl v rozpätí $d = 125\div 280$ mm, prierezové plochy kruhových potrubí vzduchotechnických systémov odsávania od rámových, pásových a kotúčových píl sú $S \leq 0,09$ m², odber vzoriek piliny sa vykonával v 1 odberovom bode, v strede roviny odberného miesta.

Granulometrický rozbor piliny – sitovaním

Základný granulometrický rozbor piliny bol vykonávaný sitovaním t. j. preosievaním piliny na sade sít s veľkosťami medzier v pletive: 2 mm, 1 mm, 0,50 mm, 0,250 mm, 0,125 mm a dno, na automatickom vibračnom sitovacom stroji AS 200 firmy RETSCH. Sitovací stroj AS 200 je vhodný k preosievaniu sypkých disperzných produktov s veľkosťou max. do 25 mm za sucha i za mokra.

Za účelom stanovenia podielov frakcií triesok piliny vrátane jemnej frakcie triesok s rozmermi pod 125 μm bol na Drevárskej fakulte – Technickej univerzity vo Zvolene vypracovaný interný metodický postup: IMP-AS 200 – „Metodika pre stanovenie zrnitosti sypkej drevnej hmoty na sitovacom stroji AS 200“. Sitová analýza sa vykonáva na vzorkách s hmotnosťou $m = 50$ g, po dobu sitovania $\tau = 15$ min na sade sít s veľkosťami medzier v pletive od 2 mm do 0,125 mm. Hmotnosti frakcií na sítach boli stanovované na laboratórnych váhach s presnosťou váženia 0,001g.

Mikroskopická analýza tvaru triesok

Mikroskopická analýza tvaru triesok bola vykonaná optickou metódou – rozborom obrazu získaného na mikroskope Nikon Optiphot – 2 s objektívom Nikon 4x v Biometrickom laboratóriu FLD MZLU Brno. Triesky jednotlivých frakcií piliny boli snímané 3 čipovou televíznou CCD kamerou HITACHI HV-C20 (RGB 752 × 582 pixel), horizontálnym rozlíšením 700 TV riadkov a vyhodnocované programom LUCIA-G 4.0 (Laboratory Universal Computer Image Analysis), nainštalovanom na PC s procesorom Pentium 90 (RAM 32 MB) s grafickou kartou VGA Matrox Magic pod operačným systémom Windows NT 4.0 Workstation. Program analýzy obrazu LUCIA-G umožňuje identifikovať jednotlivé častice sypkej drevnej hmoty, kvantitatívne stanoviť pre jednotlivé častice nachádzajúce sa v analyzovanom obraze základné informácie akými sú: dĺžka a šírka častíc, cirkularita t.j. kruhovitosť vyjadrujúcu mieru odchýlky priemetu daného tvaru zrna od priemetu tvaru kruhu podľa vzťahu:

$$\psi = \frac{4 \cdot \pi \cdot S}{O^2} \quad [-]$$

kde: S – plocha častice [m²]
 O – obvod častice [m]

Podľa tvaru sa triesky delia na ploché triesky, vláknité triesky a izometrické triesky. Ploché triesky charakterizuje skutočnosť, že dva rozmery triesky: dĺžka a šírka sú výrazne väčšie, než tretí rozmer t.j. hrúbka triesky. Vlákňité triesky sú triesky s výrazným predĺžením v jednom rozmere s minimálnym pomerom dĺžky k šírke, resp. hrúbke triesky 3:2 a hodnotou cirkularity $\psi < 0,7$. Izometrické triesky sú triesky, ktoré majú vo všetkých troch smeroch približne rovnaké rozmery ($a \approx b \approx d$). Hodnota cirkularity izometrických triesok je v intervale $\psi = 0,7\div 1$.



Obr. 2 Biometrické laboratórium FLD MZLU Brno pre mikroskopickú analýzu.
Fig. 2 Biometric laboratory at FLD MZLU Brno for microscopic analysis.

VÝSLEDKY

Na obr. 3 je zobrazená rozmanitosť tvaru a rozmerov mokrej borovicovej piliny vytvorenej v procese pílenia dreva dreviny: borovica lesná, na rámovej pile RZ 71.



Obr. 3 Borovicová pilina z procesu pílenia mokrého dreva na rámovej pile RZ-71.
Fig. 3 Pine sawdust from the sawing process of wet wood with the frame saw RZ-71.

Výsledky sitovej analýzy – granulometrického zloženia zrnitosti mokrej smrekovej, borovicovej, dubovej, bukovej piliny s vlhkosťou 62÷85 %, vzniknutej v procese pílenia na rámových pilách typu: RZ-71, R 63-4B, GKT 600, kmeňových pásových pilách typu: Mini Profi 900, PRIMULTINI 900, kmeňovej kotúčovej pile UPH 35/80, a rozmietačích kotúčových pilách: JRP V 180 a PWR 401 uvádzajú tab. 1-3.

Tab. 1 Granulometrické zloženie zrnitosti mokrej smrekovej, borovicovej, dubovej a bukovej piliny z procesov pílenia dreva na rámových pilách.

Tab. 1 Granulometric composition of granularity of wet spruce, pine, oak and beech sawdust from sawing process of wood with frame saws.

Rozmery oka sita [mm]	Frakcie	Zastúpenie frakcií v mokrej piline z procesu pílenia dreva na rámových pilách [%]							
		RZ-71				R 63-4B		GKT 600	
		smrek	borovica	dub	buk	smrek	buk	smrek	buk
2,000	hrubé	14,5	13,6	15,2	14,3	18,0	12,9	11,7	12,5
1,000		17,2	27,5	18,2	28,9	32,7	19,2	27,4	24,2
0,500	stredne	51,9	39,0	43,5	31,6	38,8	35,9	36,7	36,3
0,250	hrubé	10,3	18,7	14,5	20,3	7,4	22,2	19,1	17,2
0,125	jemné	4,2	1,2	6,8	3,7	2,0	7,5	3,7	7,7
dno		1,9	0,0	1,8	1,2	1,1	2,3	1,4	2,1

Tab. 2 Granulometrické zloženie zrnitosti mokrej smrekovej, borovicovej a bukovej piliny z procesov pílenia dreva na kmeňových pásových pilách.

Tab. 2 Granulometric composition of granularity of wet spruce, pine and beech saw-dust from sawing process of wood with log band saws.

Rozmery oka sita [mm]	Frakcie	Zastúpenie frakcií v mokrej piline z procesu pílenia dreva na kmeňových pasových pilách [%]				
		Mini Profi 900			PRIMULTINI 900	
		smrek	borovica	buk	smrek	buk
2,000	hrubé	3,4	4,8	3,5	4,4	4,1
1,000		4,4	9,7	12,2	7,3	11,3
0,500	stredne	37,1	35,4	34,2	38,9	34,7
0,250	hrubé	39,0	37,7	37,2	37,4	38,1
0,125	jemné	10,3	9,3	9,7	8,3	8,5
dno		5,8	4,1	3,2	3,7	3,3

Tab. 3 Granulometrické zloženie zrnitosti mokrej smrekovej, bukovej a dubovej piliny z procesov pílenia dreva na kmeňových kotúčových a rozmetacích pilách.

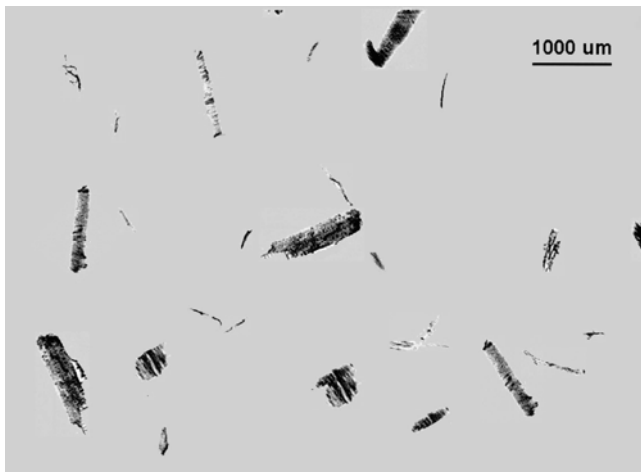
Tab. 3 Granulometric composition of granularity of wet spruce, beech and oak sawdust from sawing process of wood with circular and rip circular saws.

Rozmery oka sita [mm]	Frakcie	Zastúpenie frakcií v mokrej piline z procesu pílenia dreva na kmeňových kotúčových a rozmetacích pilách [%]				
		UPH 35/850	JRP V-180	PWR 401	PWR 401	PWR 401
		smrek	smrek	smrek	buk	dub
2,000	hrubé	5,8	8,1	7,8	10,0	8,3
1,000		11,9	20,9	17,5	27,5	21,3
0,500	stredne	33,6	30,7	33,0	31,8	33,8
0,250	hrubé	29,8	23,3	24,3	19,4	21,1
0,125	jemné	14,6	12,4	11,8	8,6	11,3
dno		4,3	4,6	5,6	2,7	4,2

V rámci identifikácie veľkosti a tvaru triesok piliny boli zmerané základné rozmery triesok v jednotlivých frakciách:

- Najväčšie triesky hrubej frakcie boli identifikované v mokrej smrekovej piline z rámovej píly RZ 71 s dĺžkou 48 mm. Podľa tvaru, triesky hrubej frakcie s rozmermi nad 2 mm, tak u borovicovej piliny obr. 3, ako i piliny ostatných drevín možno uvedenú frakciu piliny charakterizovať ako polydisperznú vláknitú sypkú hmotu – tyčinkovitého tvaru.

- Z analýzy obrazu tvaru a rozmerov frakcií triesok v intervale zrnitosti $d = 0,125 \div 1,000$ mm mokrej smrekovej, borovicovej, bukovej a dubovej piliny plynie, že pilina týchto frakcií je tvorená vláknitými a izometrickým trieskami. Kvantitatívne to dokladuje obr. 4, ako aj tabuľka 4 uvádzajúca podiel vláknitých triesok tyčinkovitého tvaru s hodnotou cirkularity $\Psi < 0,7$.



Obr. 4 Mikroskopická snímka tvaru stredne hrubých frakcií $d = 0,25 \div 1$ mm smrekovej piliny vzniknutej v procese pozdĺžneho pílenia reziva na rámových pilách.

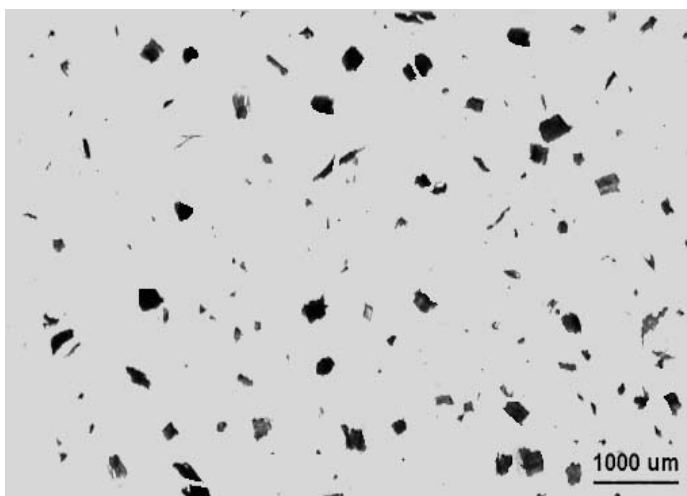
Fig. 4 Microscopic picture of the shape of medium coarse fraction $d = 0,25 \div 1$ mm of spruce sawdust produced during the process of longitudinal sawing of timber with frame saws.

Tab.4 Podiel vláknitých triesok s hodnotou cirkularity $\psi < 0,7$ vo frakciách mokrej piliny v intervale zrnitosti $d = 0,125 \div 1$ mm.

Tab.4 The share of fibre chips with the value of circularity $\psi < 0,7$ in fractions of wet sawdust in the interval of granularity $d = 0,125 \div 1$ mm.

Typ píly	Drevina	Veľkosť frakcií mokrej piliny		
		0,125 ÷ 0,250	0,250 ÷ 0,500	0,500 ÷ 1,000
Podiel vláknitých triesok s hodnotou cirkularity $\psi < 0,7$				
Rámová píla RZ 71	smrek	65	75	95
	borovica	63	73	91
	buk	52	66	88
	dub	48	68	86
Rámová píla R 63-4B	smrek	63	73	97
	buk	51	67	87
Rámová píla GKT 600	buk	45	65	89
	smrek	47	69	94
Pásová píla Mini Profi 900	smrek	64	72	95
	borovica	58	71	92
	buk	47	68	89
PRIMULTINY 900	smrek	62	67	96
	buk	51	70	88
Kotúčová píla UPH 35/850	smrek	63	70	94
Kotúčová píla JRP V-180	smrek	64	71	91
Kotúčová píla PWR 401	smrek	56	68	93
	buk	46	69	89
	dub	49	69	90

- Mikroskopické snímky analýz rozmerov a tvaru triesok jemnej frakcie s rozmermi pod 125 μm uvádzajú, že najmenejšie triesky z procesov pozdĺžneho pílenia dreva na rámových, kmeňových pásových a kotúčových pilách sú izometrické triesky t.j. triesky s približne rovnakými rozmermi vo všetkých troch smeroch. Dokladuje to, tak snímka jemnej frakcie smrekovej piliny z procesu pílenia dreva na rámovej pile RZ 71 (obr. 5), ako i rozмеры najmenších triesok jemnej frakcie a kvantitatívny podiel izometrických triesok s hodnotou cirkularity v intervale $\Psi = 0,7\div 1,0$ v tabuľke 5.



Obr. 5 Mikroskopická snímka tvaru jemných frakcií $d \leq 125 \mu\text{m}$ smrekovej piliny z procesu pozdĺžneho pílenia dreva na rámovej pile RZ 71.

Fig. 5 Microscopic picture of fine fractions shape $d \leq 125 \mu\text{m}$ of spruce sawdust from the process of longitudinal sawing of wood with frame saw RZ 71.

Tab. 5 Rozmery najmenších častíc jemnej frakcie mokrej piliny s rozmermi pod hodnotou 125 μm a podiel izometrických triesok s hodnotou cirkularity $\psi = 0,7\text{--}1,0$.

Tab. 5 Dimensions of the smallest particles of fine fraction of wet sawdust with dimensions less than 125 μm and share of isometric chips with the value of circularity $\psi = 0,7\text{--}1,0$.

Typ píly	Drevina	Najmenšie častice v mokrej piline [μm]			Zastúpenie izometrických triesok [%]
		Súbor č. 1	Súbor č. 2	Súbor č. 3	
Rámová píla RZ 71	smrek	76,5 × 66,7	89,8 × 76,1	93,2 × 88,1	95
	buk	74,7 × 68,8	75,9 × 69,2	81,1 × 79,1	97
	dub	75,2 × 69,1	77,2 × 72,3	78,4 × 76,4	94
Rámová píla R 63-4B	smrek	81,6 × 76,3	82,7 × 73,4	97,8 × 91,4	96
	buk	75,8 × 68,3	78,7 × 61,8	87,1 × 71,6	95
Rámová píla GKT 600	buk	76,4 × 64,3	79,9 × 69,8	86,3 × 79,7	97
	dub	81,1 × 79,6	83,2 × 78,2	91,8 × 88,3	96
Pásová píla Mini Profi 900	smrek	56,4 × 43,3	58,8 × 45,8	63,6 × 48,7	82
	borovica	58,3 × 48,1	60,1 × 54,5	61,9 × 51,4	84
	buk	62,2 × 58,9	66,1 × 52,9	66,8 × 60,3	87
PRIMULTINY 900	smrek	57,7 × 48,4	58,4 × 49,9	61,1 × 50,6	85
	buk	61,3 × 55,5	63,8 × 58,2	64,4 × 53,8	87
Kotúčová píla UPH 35/850	smrek	48,0 × 43,5	49,8 × 41,8	54,4 × 47,1	88
Kotúčová píla JRP V-180	smrek	49,3 × 38,2	49,9 × 44,8	51,2 × 43,2	91
Kotúčová píla PWR 401	smrek	48,7 × 44,1	50,7 × 41,8	51,7 × 44,2	89
	buk	50,6 × 41,1	51,1 × 46,9	53,6 × 44,4	93
	dub	53,3 × 46,1	54,4 × 49,8	57,1 × 52,5	94

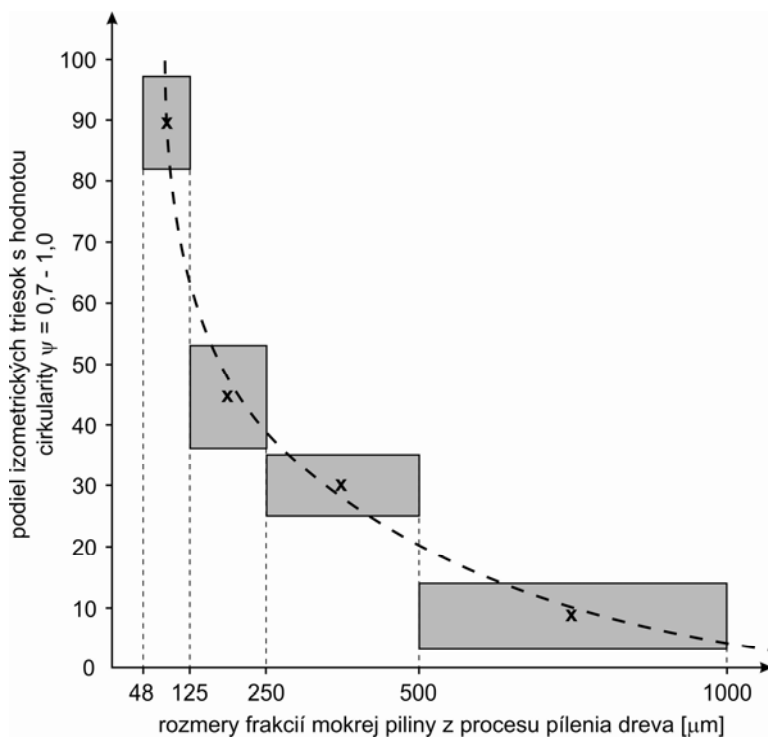
Identifikáciou najmenších triesok na mikroskopických snímkach jemnej frakcie mokrej piliny bola stanovená dolná hranica zrnitosti piliny z procesov pílenia dreva na jednotlivých typoch strojov. Hodnoty dolnej hranice zrnitosti piliny z rámových píl, kmeňových pásových a kotúčových píl uvádza nasledovná tabuľka.

Tab. 6 Hodnoty dolnej hranice zrnitosti piliny vytvorenej v procesoch pozdĺžneho pílenia dreva na jednotlivých typoch píl.

Tab. 6 Values of lower limit of the granularity of sawdust created during processes of longitudinal sawing of wood with different types of saws.

Typ píly	Dolná hranica zrnitosti mokrej piliny [μm]
Rámové píly	$a_{\text{min}} = 75\mu\text{m}$
Kmeňové pásovové píly	$a_{\text{min}} = 56\mu\text{m}$
Kmeňové kotúčové píly	$a_{\text{min}} = 48\mu\text{m}$.

Z analýz podielu izometrických triesok v jednotlivých frakciách plynie, že vo všetkých frakciách piliny sa nachádzajú izometrické triesky. Ich zastúpenie v jednotlivých frakciách piliny však nie je rovnomerné a vzrastá v smere zjemňovania frakcií triesok. Podiel izometrických triesok v jemnej frakcii mokrej piliny s rozmermi pod $125\mu\text{m}$ dosahuje hodnotu až 97 % (tab. 5). Zastúpenie izometrických triesok v jednotlivých frakciách mokrej piliny uvádza obr. 6.



Obr. 6 Podiel izometrických triesok v jednotlivých frakciách mokrej piliny s hodnotou cirkularity $\psi = 0,7 - 1,0$

Fig. 6 The share of isometric chips in different fractions of wet sawdust with the value of circularity $\psi = 0,7-1,0$

DISKUSIA

Na základe výsledkov sitových analýz a mikroskopických snímok mokrej piliny vytvorenej v procesoch pozdĺžneho pílenia dreva na rámových pilách, kmeňových pásových pilách a kotúčových pilách je možné konštatovať že mokrá pilina tvorená v procesoch pílenia dreva na hlavných pilarských strojoch v pilarských závodoch je polydisperzná sypká drevná hmota s intervalom zrnitosti $a = 48 \mu\text{m} - 48 \mu\text{m}$.

Vzájomné porovnávanie mokrej piliny vytvorenej v procesoch pílenia na jednotlivých typoch strojov vedie k záverom, že mokrá pilina z procesov pílenia dreva na rámových pilách je hrubo zrnnjšia než pilina vytvorená pílením dreva na kmeňových pásových a kotúčových pilách. Dokladuje to tak dvojnásobne vyšší podiel jemnej frakcie v piline z kmeňových pásových a kotúčových pil, ako i skutočnosť že podiel hrubej frakcie piliny z rámových pil je o cca 15 % vyšší než podiel hrubej frakcie v piline od kmeňových pásových pil a kotúčových pil.

Mokrá pilina z procesov pílenia dreva na rámových pilách, kmeňových pásových a kotúčových pilách je na 80 až 90 % tvorená vláknitými trieskami tyčinkovitého tvaru stredne hrubých a hrubých frakcií s rozmermi nad $250 \mu\text{m}$. Uvedené informácie o zrnitosti piliny potvrdzujú poznatky publikované v minulosti autormi: [11, 12, 13] a sú v súlade s výsledkami prác publikovanými v nedávnej minulosti [14, 15, 16, 17, 18, 19, 22].

Sitovými analýzami jednotlivých vzoriek piliny podľa interného metodického postupu: IMP-AS 200 - „Metodika pre stanovenie zrnitosti sypkej drevej hmoty na sitovacom stroji AS 200“ bol takmer u všetkých vzoriek stanovený, podiel jemnej izometrickkej frakcie triesok s rozmermi pod $125 \mu\text{m}$. Najmenší podiel jemnej frakcie piliny s rozmermi pod $125 \mu\text{m}$ je v mokrej piline z rámových pil, ktorý nepresahuje hodnotu 2,3 %, v mokrej piline z kmeňových pásových pil uvedený podiel je od 3,2 % do 5,8 % a v piline z kmeňových kotúčových pil v intervale hodnôt od 2,7 do 5,6 %.

Uvedené výsledky dopĺňajú a konkretizujú technologické informácie o piline, ktoré absentujú v odbornej literatúre a v minulosti sa viacerí autori: [11, 12, 13] o nich okrajovo zmieňovali.

Stanovenie dolnej hranice zrnitosti piliny z procesu pílenia mokrého dreva $a_{\min} = 48 \mu\text{m}$ na kmeňových kotúčových pilách, $a_{\min} = 56 \mu\text{m}$ na kmeňových pásových pilách, $a_{\min} = 75 \mu\text{m}$ na rámových pilách prostredníctvom mikroskopických snímok jemnej frakcie piliny umožňuje vylúčiť procesy pílenia mokrého dreva na hlavných pilarských strojoch, tak z kategórie technologických procesov znečisťujúcich pracovné prostredie respirabilnými časticami $\text{PM}_{2,5}$ s aerodynamickým priemerom pod $2,5 \mu\text{m}$, ako i kategórie zdrojov znečisťovania ovzdušia prachovými časticami PM_{10} s aerodynamickým priemerom pod $10 \mu\text{m}$, ktoré prispievajú v atmosfére k vytváraniu smogu.

Z analýz tvaru triesok v jednotlivých frakciách mokrej piliny plynie, že izometrické triesky sa nachádzajú vo všetkých frakciách piliny. Ich zastúpenie v jednotlivých frakciách piliny však nie je rovnomerné a vzrastá v smere zjemňovania frakcií triesok. Podiel izometrických triesok v jemnej frakcií mokrej piliny s rozmermi pod $125 \mu\text{m}$ dosahuje hodnotu až 97 %. Obdobné zistenie o podiele izometrických triesok v jednotlivých frakciách suchej borovicovej a smrekovej piliny vytvorenej v procese pozdĺžneho pílenia vysušeného borovicového dreva na jemnerežúcich pilách PRW 15 M a vysušeného smrekového dreva na jemnerežúcich rámových pilách CLASIC 150/200 uvádzajú autori v prácach: [15, 20, 21].

ZÁVER

Mokrú pilinu vznikajúcu v procesoch pozdĺžneho pílenia dreva na rámových pilách, kmeňových pásových pilách a kotúčových pilách v piliarskych závodoch je polydisperzná sypká drevná hmota s intervalom zrnitosti $a = 48 \mu\text{m} - 48 \text{mm}$.

Triesky stredne hrubých a hrubých frakcií s rozmermi nad $250 \mu\text{m}$ sú v prevažnej miere vláknitého tvaru s výrazným predĺžením v jednom smere. V piline z rámových píl ich podiel je od 90,2 % do 98,8 %. Pilina z kmeňových pásových píl a kotúčových píl má podiel hrubých a stredne hrubých triesok o niečo menší pohybujúci sa v rozpätí hodnôt od 81,1 % do 89,3 %.

Analýzami bolo preukázané, že mokrá pilina vytvorená v procesoch pílenia dreva na hlavných piliarskych strojoch obsahuje aj jemné frakcie s rozmermi pod $125 \mu\text{m}$. Najvyšší podiel tejto frakcie $3,2 \div 5,8 \%$ obsahuje pilina vytvorená v procesoch pílenia dreva na kmeňových pásových pilách. Podľa tvaru triesok, triesky tejto frakcie na 82 až 87 % patria do skupiny izometrických triesok.

Dolná hranica zrnitosti mokrej piliny z procesu pílenia na kmeňových kotúčových pilách bola stanovená na úrovni $a_{\min} = 48 \mu\text{m}$, na kmeňových pásových pilách, $a_{\min} = 56 \mu\text{m}$ a na rámových pilách $a_{\min} = 75 \mu\text{m}$. Uvedené zistenie umožňuje vylúčiť procesy pílenia mokrého dreva na rámových pilách, kmeňových pásových a kotúčových pilách, tak z kategórie technologických procesov znečisťujúce pracovné prostredie respirabilnými časticami s aerodynamickým priemerom pod $2,5 \mu\text{m}$, ako i kategórie zdrojov znečisťovania ovzdušia prachovými časticami s aerodynamickým priemerom pod $10 \mu\text{m}$, ktoré prispievajú v atmosfére k vytváraniu smogu.

Z analýz tvaru triesok v jednotlivých frakciách mokrej piliny plynie, že izometrické triesky sa nachádzajú vo všetkých frakciách piliny. Ich zastúpenie v jednotlivých frakciách piliny však nie je rovnomerné a vzrastá v smere zjemňovania frakcií triesok.

LITERATÚRA

1. PROKEŠ, S. *Obrábění dřeva a nových hmot ze dřeva*. Praha: SNTL, 1978, 583 s.
2. KRUTEL, F. – DETVAJ, J. *Technológia piliarskej výroby*. Zvolen: ES-VŠLD, 1990, 275 s.
3. GOGLIA, V. *Strojevi i alati za obradu drva I*. Zagreb: GRAFA, 1994, 235 s.
4. LISIČAN, J. a kol. *Teória a technika spracovania dreva*. Zvolen: Matcentrum, 1996, 626 s. ISBN 80-967315-6-4.
5. WASIELEWSKI, R. *Pilarki ramowe z eliptyczna trajektoria prowadzenia pil i hybrydowym wyrównoważonym układem napędu głownego*. Gdańsk: Wydawnictwo Polytechnika Gdańska, 1999, 106 s.
6. SIKLIENKA, M. *Vplyv vybraných faktorov na kvalitatívne ukazovatele pri pílení na kmeňovej pásovej pile*. [Vedecké štúdie 1/2004/A], Zvolen: TU vo Zvolene, 2004, 81 s. ISBN 80-228-1371-0.
7. KLEMET, I. – DETVAJ, J. *Technológia prvostupňového spracovania dreva*. Zvolen: TU vo Zvolene, 2007, 300 s.
8. ORLOWSKI, K. – SANDAK, J. – DZURENDA, L. – NEGRI, M. Sawing of frozen wood with narrow-kerf saws. In *IWMS 18: 18th International Wood Machining Seminar: proceedings*, Vancouver, Canada, May 7-9, 2007. Vol. 2, Poster presentations. Vancouver: FP Innovations FORINTEK; IWMS-18, 2007. Sess. I, Primary Conversion and Saving. pp. 13–23.

9. ORLOWSKI, K. – WASELIEWSKI, R. Status report on frame sawing machines for narrow-kerf and accurate re-sawing. In *Vplyv techniky na kvalitu deleného a obrábaného dreva*. Zvolen: TU Zvolen, 2008, s. 5–26, ISBN 978-80-228-1923-7.
10. KOPECKÝ, Z., ROUSEK, M. (2007): Dustiness in high-speed milling. In *Wood research*, 2007, roč. 52, č. 2, s. 65–76.
11. HEJMA, J. a kol. *Vzduchotechnika v dřevozpracovávajícím průmyslu*. Praha: SNTL, 1981, 398 s.
12. HAJZOK, L. *Vzduchotechnické zariadenia drevopriemyslu*. Bratislava: ALFA, 1986, 186 s.
13. OSWALD, J. a kol. *Manipulácia, doprava a dopravná technika*. Príroda: Bratislava, 1992, 228 s.
14. DZURENDA, L. Analýza rozmerov a tvaru mokrej smrekovej piliny. In *Acta Facultatis Xylogologiae*, 2000, roč. 42, s. 129–137.
15. DZURENDA, L. – ORLOWSKI, K. – WASIELEWSKI, R. Granulometric analysis and separation options of dry sawdust exhausted from narrow – kerf frame sawing machines. In *Drvna Industrija*, 2005, roč. 56, č. 2, s. 55–60. ISSN 0012-6772.
16. OČKAJOVÁ, A. – BELJO LUČIĆ, R. – ČAVLOVIĆ, A. – TEREŇOVÁ, J. Reduction of dustiness in sawing wood by universal circular saw. In *Drvna Industrija*, 2006, roč. 57. č. 3 s. 119–126. ISSN 0012-6772.
17. BANSKI, A. – VACEK, V. – KUČERKA, M. Stanovenie hmotnosti jemnej frakcie v suchej smrekovej piline - technickým výpočtom. In *Trieskové a beztrieskové obrábanie dreva '06*, 2006, s. 13–18, ISBN 80-228-1674-4.
18. SANDAK, J., ORLOWSKI, K., NEGRI, M. (2006): Divination from chips: Monitoring of the sawing process with chip geometry analyzes. In: *Trieskové a beztrieskové obrábanie dreva '06*, Zvolen: TU vo Zvolene, s. 253–258, ISBN 80-228-1674-4,
19. DZURENDA, L. – KUČERKA, M. – BANSKI, A. Technologická charakteristika piliny z procesov pílenia dreva na rámových, kmeňových pásových a kotúčových pilách In *Vplyv techniky na kvalitu deleného a obrábaného dreva*. Zvolen, TU vo Zvolene, 2008, s. 93–114.
20. DZURENDA, L. – ORLOWSKI, K. – WASIELEWSKI, R. Granulometric analysis of dry sawdust from the sawing process on the frame sawing Machine PRW-15M. In *Acta Facultatis Xylogologiae*, 2006, roč. 48, č. 2, s. 51–57, ISSN 1336-3824.
21. LONGAUER, J. – DZURENDA, L. Granulometrická analýza suchej smrekovej piliny odsávanej od rámovej píly CLASIC 150/200 a možnosti jej efektívnej separácie. In *Trieskové a beztrieskové obrábanie dreva '06*, 2006, Zvolen: TU vo Zvolene, s. 185–190, ISBN 80-228-1674-4.
22. KUČERKA, M. Analýza jemnej frakcie piliny vznikajúcej v procese pílenia suchého smrekového a dubového dreva. In *Rizikové faktory pracovného prostredia v drevospracujúcom priemysle*. Zvolen, 2008, s. 34–43, ISBN 978-80-228-1959-6.

SUMMARY

In this work, the results of analyses of the granularity of sawdust created in the process of sawing wet wood on frame, primary band and circular saws are presented.

The wet sawdust is a polydisperse bulk material with grain dimensions in an interval of values from 48 μm to 48 mm. From the point of view of the shape of grains, coarse and medium coarse fractions of wet sawdust are mostly created by fibrillar grains. The fine fraction with dimension below 125 μm is created by isometric grains.

The number of isometric chips is not the same in individual fractions. It increases in the direction of the chip fraction fining. The share of isometric chips in the fine fraction of wet sawdust with measures under 125 μm comes up to the value of 97 %.

Pod'akovanie:

Táto práca bola vypracovaná v rámci riešenia grantových projektov: VEGA–SR č. 1/2402/05 a VEGA–SR č.1/4387/07, ako výsledok práce autora a výraznej pomoci agentúry VEGA–SR.

Adresa autora:

Prof. Ing. Ladislav Dzurenda, PhD.
Katedra obrábania dreva
Drevárska fakulta
Technická univerzita vo Zvolene
T. G. Masaryka 24
960 53 Zvolen
Slovensko
dzurenda@vsld.tuzvo.sk